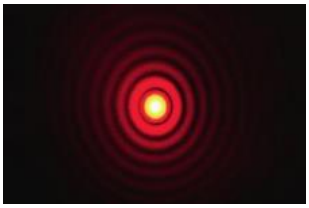
<u>Activité expérimentale</u> : *Phénomène de diffraction*



Le phénomène de diffraction, parfois considéré comme parasite dans les instruments d'optique, permet aussi de réaliser la mesure de distances ou de longueurs d'onde.

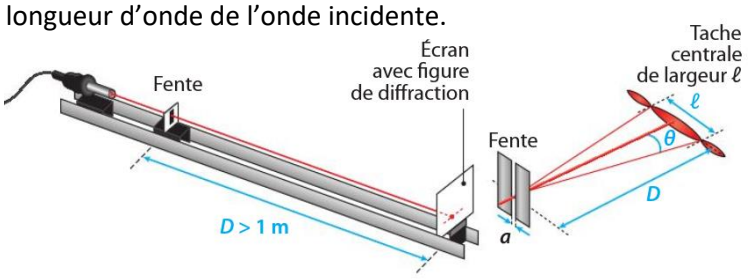
Comment exploiter quantitativement le phénomène de diffraction ?

Objectifs :

- Exploiter la relation exprimant l'angle caractéristique de diffraction en fonction de la longueur d'onde et de la taille de l'ouverture

document 1 : Phénomène de diffraction

La lumière de longueur d'onde λ issue d'un laser peut subir un changement de direction de propagation après avoir rencontré une fente de largeur a.
Le phénomène de diffraction se manifeste avec des dimensions de l'ouverture diffractante pouvant aller jusqu'à 10 fois la longueur d'onde de l'onde incidente.



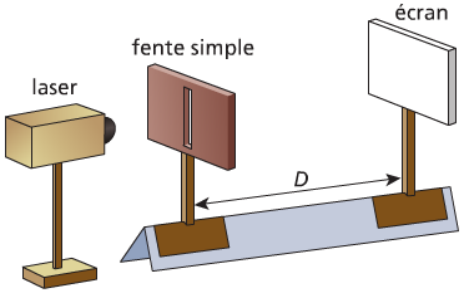
document 2 : Théorème de Babinet

Le théorème de Babinet énonce que deux objets de forme complémentaire produisent des figures de diffraction identiques. Ceci s'explique par le fait que le phénomène de diffraction est produit par les bords de l'objet diffractant.

Ainsi, un fil ou une fente de même largeur produisent des figures de diffraction identiques.

<u>Protocole 1</u> : Etude qualitative de figures de diffraction

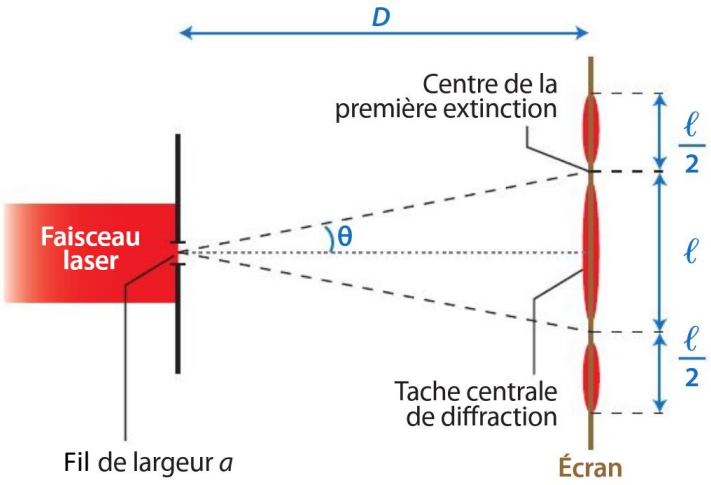
- Braquer un laser rouge vers un écran.
- Un support, situé à une distance D = 2,0 m de l'écran, permet d'insérer des diapositives présentant diverses formes.
  Dans le support, sur le trajet du faisceau laser, insérer successivement :
  a. une fente verticale
  b. un fil orienté verticalement
  c. une fente horizontale
  d. un trou circulaire



1. Préciser la **condition nécessaire** à l'**observation** du **phénomène** de **diffraction**. (ANA)

2. Mettre en œuvre le **protocole 1** et **reproduire** les **figures** de **diffraction** observées sur l'écran. (REA)

3. **Comparer** l'aspect des **figures** de **diffraction** obtenues avec une **fente verticale** et un **fil orienté verticalement**. Justifier cette observation. (ANA)



Protocole 2 : Etude de la largeur de la tâche de diffraction par un fil

- Après avoir positionné un laser et un écran face à face, intercepter le faisceau émis par le laser par un fil calibré d'épaisseur connue a et situé à une distance D = 2,0 m de l'écran.
- Mesurer sur l'écran la distance correspondant à la largeur de la tache centrale ℓ.
- Répéter cette mesure pour les différents fils calibrés et consigner les valeurs dans le tableau ci-dessous.

a (en m)							
1/a (en m^{-1})							
ℓ (en m)							

4. Mettre en œuvre le **protocole 2** puis **tracer** à l'aide du logiciel *LatisPro* la courbe représentant **ℓ en fonction de 1/a**. (REA)

5. **Modéliser** la **droite** obtenue. **Relever** l'équation de la droite et la valeur de son **coefficient directeur k**. Donner l'**unité** de ce dernier par **analyse dimensionnelle**. (REA)

6. En s'appuyant sur le schéma ci-dessus, donner une **expression** de **tan(θ)** en **fonction de ℓ** et **D**. (ANA)

7. A l'aide du résultat de la question 6 et du complément scientifique ci-dessous, **exprimer ℓ** en **fonction de D**, **a** et **λ**. (ANA)

COMPLÉMENT SCIENTIFIQUE

- L'angle caractéristique de diffraction θ est lié à la taille *a* de l'ouverture et à la longueur d'onde λ de la radiation. C'est un angle aigu et positif, l'expression de son sinus est :

$$\sin\theta = \frac{\lambda}{a}$$

λ et *a* étant exprimées dans la même unité de longueur.

- Pour de petits angles, exprimés en radian, on peut utiliser l'approximation $\sin\theta = \theta$.

L'expression de θ s'écrit alors :

$$\theta \text{ en rad} \rightarrow \theta = \frac{\lambda}{a} \leftarrow \begin{matrix}\lambda \text{ en m} \\ a \text{ en m}\end{matrix}$$

- Pour de petits angles, exprimés en radian, on peut aussi utiliser l'approximation $\tan\theta = \theta$.
- La distance *D* séparant la fente de l'écran est choisie très grande pour améliorer la précision des mesures.

8. Déduire des questions 5 et 7 la valeur de la **longueur d'onde** de l'onde lumineuse du **laser**. (ANA)

9. Donner un **encadrement** de la **valeur** obtenue sachant que : (VAL)

$$\frac{u(\lambda)}{\lambda} = \sqrt{\left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(k)}{k}\right)^2}$$

Remarque : L'incertitude-type liée à la double lecture sur une règle graduée peut être prise égale à 1 graduation/$\sqrt{6}$ et u(k)/k = 3 %.

10. **Comparer** l'**encadrement** obtenu avec la **donnée** du **constructeur** et indiquer si la **valeur expérimentale** obtenue est dans l'**intervalle de confiance**. (VAL)